Universidad de Valladolid

MÁSTER EN INGENIERÍA DE MONTES

PRIMERO

RESTAURACIÓN HIDROLÓGICA

1. DATOS DESCRIPTIVOS

Asignatura

Nombre	Restauración Hidrológica			**Código**	51980	**Carácter**	Obligatorio
Curso	1	**Periodo**	2º Cuatrimestre	**Créditos ECTS**		**Grupos**	
Departamento	Ingeniería Agrícola y Forestal			Total	Horas	Teoría	Práctica
Área	Ingeniería Agroforestal			3	30	1	1
Idioma	Español (glosario en Inglés)			**Campus Virtual**		Moodle	

Profesorado

Responsable	Juan Manuel Diez Hernández		**Categoría**	Contratado Doctor	
Formación	Doctor Ingeniero de Montes				
Departamento	Ingeniería Agrícola y Forestal		**Área**	Ingeniería Agroforestal	
Despacho	AD0.10	**Teléfono**	979108369	**Correo-e**	jmdiez@iaf.uva.es
Tutoría Presencial			**Tutoría Virtual**		
Individualizada: _____ de __ *a* __ _____ de __ *a* __			Skype: juan.manuel.diez.hernández		

Adaptaciones a los alumnos extranjeros

- Se ofrece la posibilidad de tutorías en inglés y de proporcionar bibliografía en tal idioma.
- Elaboración de tareas y evaluación de la asignatura en inglés.

2. IMPORTANCIA EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Bloque Formativo

Pertenece al módulo de Planificación y Mejora del Medio Forestal a Escala Territorial (M2). Persigue la formación básica en modelamiento hidráulico, hidrológico, ecohidráulico, y ecohidrológico para el diseño de medidas de conservación y restauración de cuencas y ambientes fluviales.

Perfil Profesional

Por el carácter transversal de la asignatura, favorece cuatro de los principales campos de estudio de la titulación (Suplemento Europeo al Título): Restauración de sistemas naturales degradados; Ingeniería forestal, hidráulica y ambiental - proyectos; Protección de montes y riesgos naturales; y Gestión de fauna silvestre, acuicultura y caza. Entre los variados ámbitos de actuación del futuro graduado se destacan: 1) ordenamiento y gestión de cuencas hidrográficas; 2) planificación hidrológica; y 3) proyectos de restauración fluvial. La actividad profesional puede desarrollarse en los siguientes destinos frecuentes: organismos oficiales (Confederaciones Hidrográficas, servicios medioambientales autonómicos o estatales, etc.), empresas de estudios y/o proyectos, Investigación, docencia.

Interrelación con otras asignaturas

La asignatura se basa en conceptos y herramientas asimilados en materias del Grado en Ingeniería Forestal: obligatorias (Hidráulica 2º, e Hidrología 3º). Las competencias adquiridas pueden ser aplicadas básicamente en el Trabajo Fin de Grado y/o la Práctica en Empresa, en distinto modo e intensidad dependiendo de la especialización del alumno. Los nuevos conocimientos que adquiere el alumno son un complemento útil para que profundice su análisis de los contenidos de otras asignaturas, como son: Energías renovables en el medio forestal y natural (M1 Industrias); Ordenación del territorio (M2); y Medio ambiente y sociedad (M3 Organización de Empresas y Política).

Conocimientos previos y recomendaciones

- 📖 Son necesarios conocimientos previos de Hidráulica Forestal e Hidrología Forestal (Grado Ing. Forestal).
- 💻 Utilización intensiva de programas informáticos (Sala de Ordenadores). El alumno, si lo desea, puede trabajar en clase con su propio portátil para mayor comodidad.

3. DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Generales

- **Instrumentales**
  - G2: Saber y aplicar los conocimientos en la práctica.
  - G3: Ser capaz de analizar y sintetizar.
- **Personales**
  - G15: Demostrar un razonamiento crítico.
  - G17: Aprender de forma autónoma tanto de manera individual como cooperativa.
- **Sistémicas**
  - G16: Tener un compromiso ético.

Específicas

Orden Ministerial CIN/326/2009: Planificación hidrológica y lucha contra la desertificación.

- **Conocimientos** *(saber)*
  - Adquirir dominio de cálculos estadísticos con variables hidrológicas (caudal, precipitación).
  - Comprender los métodos hidrológicos para generar: aguaceros de cálculo, escorrentías, hidrogramas, tránsito en cauces y en embalses, y curvas de agotamiento.
  - Identificar los métodos apropiados para efectuar la modelación hidráulica de un tramo fluvial, considerando escenarios de flujo permanente, uniforme, variado, y transitorio.
- **Destrezas** *(saber hacer)*
  - Adquirir dominio para realizar cálculos hidrológicos y estadísticos con el software HIDROESTA.
  - Desarrollar modelos hidrológicos informatizados en HEC-HMS 3.4 para el análisis de caudales
  - ordinarios y extraordinarios.
  - Configurar simulaciones hidráulicas en conducciones abiertas con el programa HCANALES.
  - Construir modelos hidráulicos con el software HEC-RAS, y evaluar su confiabilidad.
- **Actitudes y valores** *(saber ser)*
  - Analizar con rigor la información y los resultados científico-técnicos.
  - Presentar adecuadamente las opiniones y trabajos, tanto oral como por escrito.

4. OBJETIVOS

Objetivos del título desarrollados en la asignatura

Adquirir capacidad para diseñar, dirigir, elaborar, implementar e interpretar proyectos y planes de actuación integrales en el medio natural, específicamente en el ámbito de la restauración hidrológica.

Generales

- ↘ Esta asignatura tiene como objetivo general ofrecer al futuro profesional las bases teórico-prácticas y las herramientas informáticas avanzadas que le permitan profundizar en los campos del modelamiento hidrológico de cuencas e hidráulico fluvial.
- ↘ Aplicar los modelos anteriores al ámbito de la planificación hidrológica y la restauración fluvial. Aprender programas informáticos: HIDROESTA, HEC-HMS, HCANALES, y HEC-RAS.

Específicos

Conocimientos

1. Relacionar los métodos para evaluar los componentes de un balance hidrológico.
2. Distinguir las técnicas para el modelamiento numérico de cuencas hidrográficas.
3. Comprender los modelos numéricos de hidráulica fluvial.

Destrezas

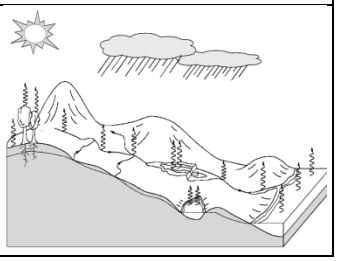
1. Realizar cálculos hidrológicos básicos y estadísticos con el programa HIDROESTA.
2. Construir modelos hidrológicos numéricos con el paquete informático HEC-HMS.
3. Aplicar modelos informatizados (HEC-HMS) de apoyo en la planificación hidrológica.
4. Desarrollar modelos numéricos de hidráulica fluvial con los programas HCANALES y HEC-RAS.
5. Capacidad para elaborar, dirigir y gestionar planes hidrológicos y de ordenación del medio fluvial.

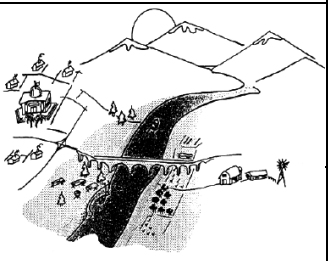
Actitudes y valores

1. Participar con eficacia en debates y exposiciones.
2. Desarrollar la capacidad de análisis riguroso de información técnica de distinta procedencia.
3. Compartir aprendizajes de modo cooperativo.
4. Emitir juicios críticos respetuosos sobre opiniones y trabajos ajenos.
5. Reforzar una ética profesional cuya finalidad sea el bienestar de la sociedad.

5. CONTENIDOS

Bloque temático 1: Modelamiento Hidrológico de Cuencas

Duración	Semanas 1 - 10	2 ECTS (20 h)
Sumario	El alumno aprende a combinar los métodos de cálculo de las variables hidrológicas básicas de una cuenca, con objeto de componer un modelo hidrológico numérico aplicable. Aprende dos programas informáticos de uso estándar para: 1) realizar cálculos hidrológicos y estadísticos (HIDROESTA); y 2) construir modelos hidrológicos con métodos determinísticos (HEC-HMS). Conoce las principales aplicaciones en el ámbito de la planificación hidrológica de cuencas, para el análisis de crecidas y de caudales ordinarios.	

Temas	1. Análisis estadístico de variables hidrológicas extremas. - Análisis de la fiabilidad de series hidrológicas. - Funciones de distribución y regresiones. - Curvas de duración. 2. Generación de aguaceros de cálculo y modelos meteorológicos. - Cálculo de lluvias máximas: curvas IDF, modelo MAXIN. - Formación de yetogramas: método del bloque alterno. - Composición de un modelo de lluvia. 3. Cálculo de escorrentía e hidrogramas. - Métodos del Número de Curva, y Green Ampt. - Hidrograma Unitario: SCS, Clark, Snyder, MOPU. 4. Suma de hidrogramas: aportes y derivaciones. 5. Tránsito de hidrogramas en cauces. - Método de Muskingum-Cunge. - Onda cinemática 6. Tránsito de hidrogramas en embalses: - Método Puls. 7. Calibración de modelos hidrológicos numéricos: - Índices de ajuste. - Funciones objetivo 8. Aplicaciones: estudios de inundabilidad, restauración fluvial, simulación continua.	
Evaluación	Dossier de tareas + Prueba escrita	
	Tareas	Ds1. Estimación de aguaceros de cálculo. - Funciones: Gumbel, LogPearson III y SQRT-ETmáx (HIDROESTA) - Precipitaciones diarias máximas (MAXPLUWIN) - Funciones IDF: aplicación MAXIN. Ds2. Generación de hidrogramas y tránsito en un cauce: HEC-HMS. - Modelos Número de Curva. - Hidrograma Unitario Triangular. - Métodos Muskingum-Cunge. Ds3. Tránsito en embalse y Calibración de modelos: HEC-HMS - Método "Puls" en embalses. - Índices de Bondad: Revisión de los 4 implementados. - Optimización univariable y multivariable. - Análisis de sensibilidad.
Bibliografía básica	Villón Bejar, M. 2004. *Software HidroEsta para cálculos hidrológicos: manual de usuario*. Centro de Información Tecnológica. Cartago, Costa Rica. HEC. 2009. *Hydrologic Modeling System HEC-HMS 3.4: User´s technical and reference manual*. Disponible en http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/index.html. Chow, V.T.; Maidment, D.R. y Mays, L.W. 1994. *Hidrología aplicada*. McGraw-Hill. Bogotá. Navarro Hevia, J. y Martínez de Azagra, A. 1996. *Hidrología Forestal: el ciclo hidrológico*. Servicio Publicaciones Universidad de Valladolid. WEB: Prof. Víctor Ponce. Cálculos hidrológicos básicos "on line". *http://ponce.sdsu.edu/*	
Bibliografía complementaria	Salas Regalado, L. y Carrero Díez, L. 200. Aplicación MAXIN para estimar lluvias máximas. *http://138.100.95.131/hidraulica/MAXIN_v2/MAXIN/APLICACION/principal.html* Linsley, R.Y. y Kohler, M.A. 1988. *Hidrología para ingenieros*. 2ª edición. McGraw-Hill Interamericana de México. México. Ponce, V. 2004. *Engineering Hydrology principles & practices*. Prentice Hall, N.Jersey. EEUU. WEB: Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino – Aguas Continentales y Zonas Asociadas. *http://www.mma.es/portal/secciones/aguas_continent_zonas_asoc/*	
Dificultades	Puesta al día en las bases de hidrología superficial (Grado Ingeniería Forestal). Manejo del software HEC-HMS que incorpora numerosas opciones y parámetros.	
Glosario	Modelo hidrológico, HEC-HMS, HIDROESTA, Muskingum-Cunge, Puls, calibración.	
Bloque temático 2: Modelamiento Hidráulico de Corrientes Naturales		
Duración	Semanas 10 a 15	1 ECTS (10 h)
Sumario	El alumno comprende los fundamentos de la dinámica fluvial y los métodos de cálculo que constituyen un modelo hidráulico numérico de un tramo fluvial. Aprende el uso responsable de programas acreditados para la simulación hidráulica de ríos: 1) simplificada HCANALES 3.0; y 2) avanzada HEC-RAS. Identifica las aplicaciones en el ámbito de la planificación hidrológica.	
Temas	1. Fundamentos de dinámica fluvial. - Procesos de ajuste: equilibrio de Lane. - Caudal dominante y delimitación del cauce. - Tipología de cursos (trazados) y formas del lecho. 2. Principios básicos del flujo en corrientes naturales. - Tipos de régimen (criterio temporal y espacial). - Energía específica y régimen crítico. - Distribución de velocidades, coeficientes de Coriolis y de Boussinesq.	

	3. Flujo Uniforme. - Ecuaciones básicas: Manning, Darcy-Weisbach, Keulegan. - Secciones compuestas, rugosidades compuestas. 4. Flujo Gradualmente Variado en ríos. - Curvas de remanso. - Método del paso estándar. - Condiciones de contorno: flujos rápido y lento. 5. Modelos 2D: ecuaciones de Reynolds, modelos de turbulencia. 6. Aplicaciones: delimitación del Dominio Público Hidráulico, estudios de inundabilidad, y restauración fluvial.	
Evaluación	Dossier de tareas + Prueba escrita	
	Tareas	Ds4. Modelo simple: Rég. permanente uniforme - HCANALES y HEC-RAS - Canales prismáticos e irregulares. - Rugosidades simples y compuestas. Ds5. Modelado fluvial avanzado: rég. permanente variado (HEC-RAS) - Condiciones de contorno: régimen lento. - Confluencias y bifurcaciones. - Condiciones de contorno: régimen mixto.
Bibliografía básica	Chow, V.T. 1994. *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia. HEC. 2008. *HEC-RAS River Analysis System: User´s technical and reference manual*. Disponible en http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/hecras-document.html. Villón Bejar, M. 2006. *Software HCANALES 3.0 para el diseño de canales: manual de usuario*. Ediciones Max Soft. Cartago, Costa Rica. Villón Bejar, 2004. *Software SEHIDRAC para el aprendizaje de hidráulica de canales*. Ediciones Max Soft. Cartago, Costa Rica. WEB: Prof. Víctor Ponce. Cálculos de canales abiertos. *http://onlinechannel.sdsu.edu/*	
Bibliografía complementaria	Chanson, H. 2004. *The Hydraulics of Open Channel Flow: An Introduction*. Elsevier. Oxford, Reino Unido. Dingman, S.L. 2009. *Fluvial Hydraulics*. Oxford University Press. New York, EEUU. Martínez Marín, E. 2001. *Hidráulica Fluvial: principios y prácticas*. Ed. Bellisco, Madrid.	
Dificultades	Puesta al día en las bases de hidráulica de conducciones abiertas (Grado Ingeniería Forestal).	
Glosario	Modelo hidráulico, HEC-RAS, HCANALES, método del paso estándar.	

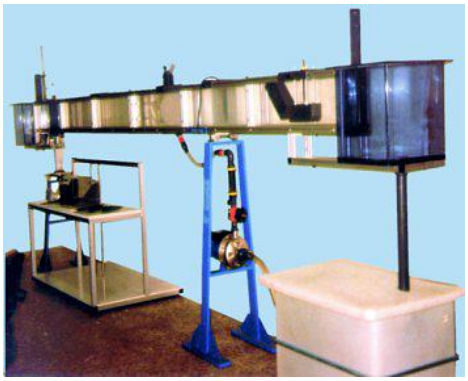
6. METODOLOGÍA DOCENTE

Prácticas de Laboratorio

- Se realizan en el laboratorio de Hidráulica e Hidrología, utilizando equipos didácticos de laboratorio.
- Se trabaja en grupos de máximo 10 personas con carácter formal durante todo el curso.
- La finalidad es que el alumno observe in situ los fenómenos hidrológicos e hidráulicos explicados en el aula. El alumno observa el movimiento del agua en el ciclo hidrológico y en conducciones abiertas. Los alumnos realizan distintos tipos de mediciones en los equipos didácticos, con la supervisión permanente del profesor.
- Cada alumno debe entregar un Dossier conteniendo las siguientes 5 prácticas.

Nº (Lb)	Contenido
1	Ciclo hidrológico: componentes
2	Modelo de Lluvia: efecto en la escorrentía
3	Deducción de un Hidrograma Unitario
4	Canal de ensayos: funcionamiento. Observación de diferentes flujos, obstáculos, limnímetros, sifones, compuertas, tubo Pitot, etc.
5	Canal de ensayos: estudio de los flujos: 1) permanente uniforme; y 2) permanente variado. Efecto de la rugosidad, y de la pendiente.

Simulador hidrológico



Canal de ensayo

Dossier (Ds)

Durante el curso cada alumno va formando un dossier que refleja su proceso de aprendizaje, el cual contiene las tareas realizadas y sus valoraciones personales.

Tarea	Criterios de evaluación	Ponderación
Ds1 Estimación de Aguaceros de cálculo	- Interpretación de los ajustes a las funciones de distribución con HIDROESTA. - Aplicación manual precisa de la función IDF – DGC (1999) - Manejo adecuado de los programas informáticos.	20 %
Ds2 Generación de hidrogramas y tránsito en cauces	- Configuración apropiada del software HEC-HMS. - Procedimiento certero de creación de un fichero HEC-HMS: diseño de los modelos de cuenca, escorrentía, e hidrograma. - Aplicación correcta del método de Muskingum-Cunge. - Análisis razonado de las diferentes simplificaciones del método anterior a la geometría del cauce.	20 %
Ds3 Tránsito en embalse y Calibración de Modelos	- Compresión de las condiciones hidrológicas iniciales de un embalse. - Interpretación de los resultados del método "Puls". - Capacidad analítica de las relaciones internas de un modelo, para configurarlo de modo razonable. - Dominio del programa HEC-HMS: método "Puls" y calibración.	20 %
Ds4 Simulación hidráulica fluvial simple	- Comprensión de las relaciones entre las variables hidráulicas. - Aprendizaje de los programas HCANALES y HEC-RAS.	20 %
Ds5 Modelado fluvial avanzado	- Creación de un fichero HEC-RAS: red de drenaje y condiciones de contorno. - Manejo correcto de los controles hidráulicos. - Elección razonada del régimen: lento, rápido, o mixto. - Consistencia global de la calibración del modelo.	20 %
	Total	100 %

Conferencias

Se plantean conferencias durante el curso, las cuales se celebrarían aisladas o bien dentro de una jornada del ámbito agroforestal. Son impartidas por especialistas de la Academia, Administración, o empresa.

Tutorías ECTS

Una tutoría grupal (1h) en horario regular a finales del cuatrimestre en los mismos 2 grupos de prácticas.
Objetivo: orientar el desarrollo de las tareas y del estudio.
Lugar: laboratorio de Hidráulica e Hidrología.

7. EVALUACIÓN

- La nota final de la asignatura pondera: (1) la evaluación escrita y (2) la evaluación del dossier de tareas.
- Para aprobar es preciso haber superado los dos componentes por separado.

Instrumentos	Criterios de calidad	Ponderación
Dossier de Tareas	- Inclusión y valoración de todas las actividades. - Utilización adecuada de los equipos de laboratorio. - Corrección en su realización. - Capacidad de análisis y síntesis.	60 %
Prueba de evaluación teórico-práctica	- Dominio de la materia. - Precisión en las respuestas. - Capacidad resolutiva de problemas. - Planificación y organización del tiempo.	40 %
	Total	100 %

Prueba evaluación

- El examen incluye dos partes: teoría y ejercicios. La teoría consiste en cuestiones cortas relativas a puntos clave de los contenidos. La práctica enfrenta al estudiante a ejercicios prácticos, que debe resolver aplicando los métodos de cálculo explicados en clase. Para esta parte puede utilizarse un formulario, junto a las tablas y ábacos.
- Para aprobar es necesario obtener más de 4 puntos sobre 10 en cualquiera de las partes, y tener entre las dos una media igual o superior a 5.
- En la ponderación la teoría vale el 40% y los ejercicios el 60% restante.
- Se facilita el modelo de examen resuelto con asignación de puntos (teoría y problemas).

Evaluación del Dossier

- Para cada tarea se indica el contenido del informe y su plazo de entrega en Moodle.
- En la ponderación, cada una de las (5) tareas tienen el mismo peso.